

談話室

植物と動物の交信を応用した 植物寄生性線虫の防除と農作物の増産

大田 守浩¹・澤 進一郎^{2*}

線虫という生き物を、皆さんご存知でしょうか？線虫とは、体長が1 mmにも満たない非常に小さな線形動物門の生き物です。しかし、線虫といってもその種類は非常に多岐にわたり、モデル生物として非常に重要な *Caenorhabditis elegans* から、私たちヒトにも寄生する動物寄生性線虫、植物に寄生する植物寄生性線虫など、その種類は1億種類以上存在するとも推定されています¹⁾。その中でも大きな問題となっているのが、作物の根などに寄生して枯らしたり、商品価値を奪ったりしてしまう、植物寄生性線虫です。植物寄生性線虫は、トマト、サツマイモ、メロン、スイカ、ジャガイモ、これら以外にも作物のほとんどに寄生し、被害額は全世界で年間数十兆円にもものぼるとも試算されています^{2,3)}。年間数十兆円とは、小国の国家予算にも匹敵するほどの、かなりの額になります。このように、多大な農業被害をもたらしている線虫ですが、現在の主な駆除法は土壌燻蒸剤の使用です。作物を植え付ける前に燻蒸剤を土壌中に散布し、線虫を駆除するという方法です。しかし、燻蒸剤は人に対しても有害であり、また土壌中のほとんどの微生物も一緒に殺傷してしまうため、植物にとって有益な微生物も殺してしまうというデメリットがあります。線虫は体長が1 mm未滿と非常に小さく、これまでは微小な線虫の行動を大量の個体に対して評価する十分な試験系がありませんでした。そこで私たちは、マイクロ流路デバイスを用いた評価系と、Pluronic F-127（以下PFゲルと表記）を用いた評価系の二つを確立しました⁴⁾。マイクロ流路デバイスを用いた評価系では、厚さ約2 mm、大きさ2 cm角の小型チップ上にマイクロ流路を作成し、そこを寒天で満たすことによって、線虫が2次元的に自由に行動できるようにしました（図1）。このデバイスを用いて、さまざまな物質に対して線虫の行動を観察したところ、硝酸カリウムが忌避物質として働くことが明らかになりました（図2）⁴⁾。硝酸カリウムは作物の肥料にもなる窒素やカリウムを含んでいるので、一般的な肥料としても使われています。線虫の忌避剤かつ作物の肥料、硝酸カリウムは二役をこなす画期的な農業資材に応用が可能ではないかと期待しています。一方、

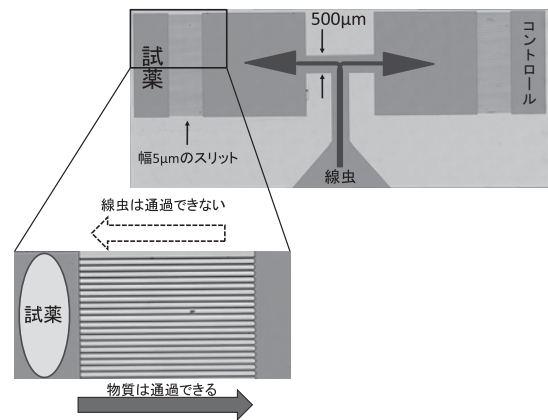


図1. マイクロ流路デバイスの模式図

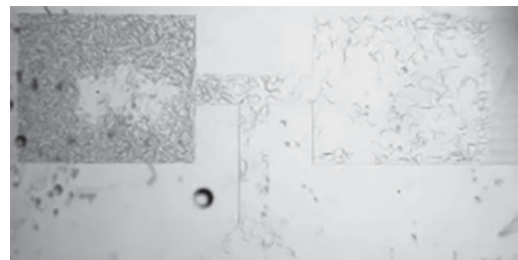


図2. マイクロデバイスで、右ボックスから拡散してくる硝酸カリウムから忌避した線虫が左ボックスに集積する様子を示す。

PFゲルを用いたシステムでは、より土壌に模した環境で、線虫の行動を評価することができます。PFゲルは低温で液状、常温でゲル状を示す可逆的な温度感受性ポリマーであり、このゲルを利用すれば、低温でゲルが液状の時に線虫と混ぜ、その後常温に移動してゲルが固まると、線虫がゲル中を3次元的に移動することができるようになります。線虫は土壌と同じように3次元的に行動できるようになり、より自然界の状態に近くなります。実際に、線虫を混ぜたPFゲル上に植物の根をおくと、根に線虫が集積する様子が確認できました（図3）。

線虫は植物に感染する際、植物の根から分泌されているなんらかの拡散性物質を感知することによって、根を認識していると考えられます。PFゲル上においた根に線虫が集積した様子からも、根からは何らかの線虫誘引

著者紹介 ¹熊本大学大学院自然研究科（博士前期課程） E-mail: 126s6006.kumadai@gmail.com
^{2*}熊本大学大学院自然研究科理学専攻（教授） E-mail: sawa@sci.kumamoto-u.ac.jp

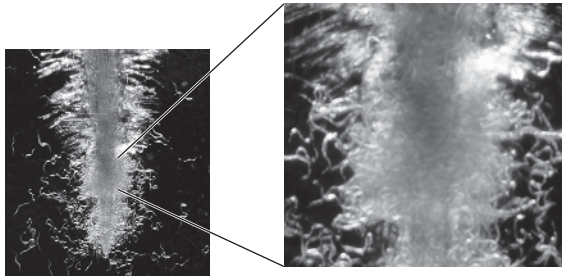


図3. 根に線虫が集積した様子

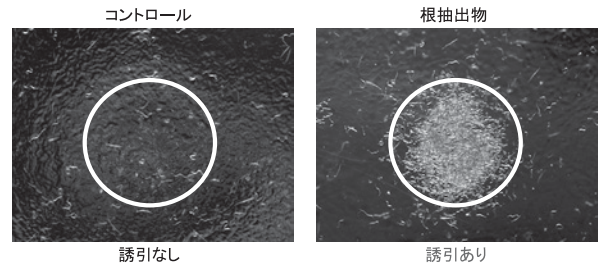


図4. 根抽出物に線虫が集積した様子

物質が分泌されていると考えられます。私たちはこのPFゲルを用いたシステムを使って、植物由来の線虫誘引物質の単離を目指しています。現在、根抽出物にも線虫誘引活性があることが分かっており(図4)、さらにこの根抽出物を精製して、詳細に解析しているところです。誘引物質が明らかになれば、線虫ホイホイとして応用して環境にほとんど負担をかけない線虫防除の方法の開発ができます。このように、植物から分泌されている線虫誘引物質を通して、線虫-植物間のやりとりを紐解くことで、応用面だけではなく、まだ明らかになっていない部分が多い、植物-動物間の相互作用についてのさらなる解明にもつながると考えています。

また、ケミカルライブラリーを用いた線虫誘引物質のスクリーニングも行っており、現在のところ二つの物質に線虫誘引活性があることが明らかになりました。さらにこれら二つの物質は共通した構造をもっており、この共通した構造をもった化合物群に、線虫が誘引されることも分かりました。植物の根からもこの構造を含んだ化合物が分泌されている可能性があり、線虫が植物に感染する際、これらの化合物を利用していることも考えられます。また、この構造を含んだ化合物は容易かつ安価に合成が可能であるため、農薬への応用にも可能ではないかと、現在取り組んでいるところです。

このような植物寄生性線虫を用いての分子的な研究は、欧米諸国やヨーロッパに比べて日本ではあまり盛んではないのが現状です。研究の難しさの一つに、線虫の大量培養が難しい点があげられます。この点に対しては、私達は、トマトを線虫のホストとして、水耕栽培をすることで、大量に線虫を回収する系を確立し、さまざまな線虫研究に利用しています⁵⁾。

特に、私たち研究室のある熊本県は農業が非常に盛んで、トマトの出荷量は日本一を誇りますが、現状植物寄生性線虫による被害が後を絶ちません。このような現状に対して、少しでも貢献できるよう、今後研究をさらに発展させていけたら良いと思います。

文 献

- 1) Lamshead, P. J. D. *et al.*: *Oceanis*, **19**, 5 (1993).
- 2) Abad, P. *et al.*: *Nat. Biotechnol.*, **26**, 909 (2008).
- 3) Nicol, J. *et al.*: *Genomics and Molecular Genetics of Plant-Nematode Interactions*, (Dordrecht: Springer Netherlands), 21 (2011).
- 4) Hida, H. *et al.*: *Sens. Actuators B Chem.*, **221**, 1483 (2015).
- 5) Nishiyama, H. *et al.*: *Nemat. Res.*, **45**, 1 (2015).

